LTE-R 네트워크에서 스트리밍 오디오 전송성능

김영동

동양대학교

Transmission Performance of Streaming Audio over LTE-R Network

Young-Dong Kim

Dongyang University

E-mail : ydkim@dyu.ac.kr

요 약

본 연구에서는 LTE-R을 기반으로 하는 철도통신에서 응용서비스로서 스트리밍 오디오의 전송성능을 분석하고자 한다. 본 연구에서 성능분석은 NS(Network Simulator)-3에 기반한 컴퓨터 시뮬레이션을 사용하여 수행하며, 분석대상 응용서비스로는 MPEG(Moving Picture Experts Group)-4의 오디오 프레임을 사용한다. 본 연구의 결과는 LTE-R 네트워크 구축뿐 아니라 LTE-R 네트워크를 대상으로 하는 응용서비스 개발의 기초자료로 활용이 가능하다.

ABSTRACT

In this paper, transmission performance of streaming audio as a railway communication service based on LTE-R is analyzed. Performance analysis is perfomed with computer simulation based on NS(Network Simulation)-3, audio frame of MPEG(Moving Picture Experts Group)-4 is used as target application service for straming audio traffic. Results of this paper can be used to implement LTE-R networks and develope application services over LTE-R network.

키워드

LTE-R, MPEG-4, NS-3, Streamig Audio, Simulation, Performance

Ⅰ. 서 론

LTE(Long-Term Evolution)을 기반으로 발전되어 온 LTE-R(Railway)은 철도통신기술의 한 종류로서 지금까지 사용되어온 GSM-R(Global System for Mobile Communication)을 대체할 기술로 최근 각국에서 활발하게 도입되고 있다.

LTE-R은 레일을 따라 일정 간격으로 구성되는 체인-셀을 사용하며 고속철도의 수백 ㎞/h 이동속도를 지원해야하는 등 셀의 구성과 이동속도 측면에서 일반 LTE와는 다른 특성을 갖는다.

철도통신에서는 고속으로 이동하는 열차의 운영에 필요한 제어용 기본 통신, 영상/음성 등의 응용통신 등의 시스템 통신 뿐 아니라 사용자에게 요구되는 일반 서비스 통신 등을 원활하게 지원해야는 특성이 요구된다.

따라서 본 연구에서는 일반적인 통신서비스에서 가장 많이 사용되고 있는 음성 서비스를 대상으로 LTE-R 기반의 고속이동 환경에서 전송성능을 분석해 본다.

본 연구는 NS(Network Simulator)-3를 기반으로 한 컴퓨터 시뮬레이션을 이용하여 수행하며 음성 트래픽으로는 MPEG(Moving Picture Experts Group)-4의 오디오 스트리밍 규격을 사용한다.

본 논문은 Ⅱ장에 LTE-R, Ⅲ장에 시뮬레이션 및 성능분석을 기술하고, Ⅳ장에서 결론을 맺는다.

II. LTE-R

LTE-R은 철도통신기술의 한 종류로서 일반 통신용 LTE 기술을 기반으로 개발 및 발전되고 있다.[1][2]

LTE-R은 그림 1과 같이 레일을 따라 구성되는 체인-셀 방식으로 구축되며, 그림 2와 같은 구조의 기능을 지원한다.[3]

체인-셀의 UE(User Equipment)은 클러스터-셀에서 발생되는 전방향 랜덤성 이동에 비하여 직선형 전후방 이동으로 예측 가능한 비교적 단순 이동특성을 보이는 반면 속도면에서는 고속열차의 수백 ㎞/h급 이동을 지원해야한다.

LTE-R 구조는 그림 2와 같이 E-UTRAN(Evolved Universal Terresterial Radio Access Network) 과 EPC(Evolved Packet Core)로 구성된다. 무선접속을 관장하는 E-UTRAN 에는 기지국 역할을 수행하는 eNB(eNode-B), 코어망인 EPC에는 MME(Mobile Management Entity), HSS(Home Subscriber Service), GW(GateWay)등으로 구성된다. 게이트웨이는 P-GW, S-GW 등으로 분류되고, LTE-R 네트워크는 P-GW를 거쳐 일반 패킷망인 PDN(Packet Data Network)과 연결된다.

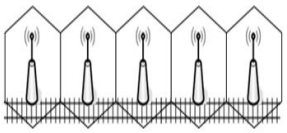

그림 1. 체인-셀

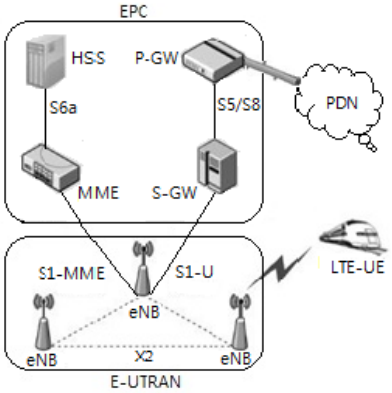

그림 2. LTE-R 구조

III. 시뮬레이션 및 성능분석

본 연구에서는 NS-3[4]를 기반으로 한 컴퓨터 시뮬레이션을 사용하여 LTE-R 네트워크 기반 오디오 스트리밍 트래픽의 전송성능을 분석한다. 시뮬레이션은 NS-3가 기본으로 제공하는 LTE 모듈을 LTE-R 환경에 맞게 수정하여 LTE-R 환경을 구축하고 이를 사용하여 수행한다.

분석 대상인 오디오 스트리밍 트래픽은 MPEG-4 오디오 트래픽 규격에 맞추어 생성하고 이를 NS-3의 On/Off 모델을 기반으로 처리한다.

시뮬레이션은 열차속도 100~900㎞/h를 대상으로 패킷길이별로 수행한다.

시뮬레이션과 관련한 주요 파라미터는 표 1과 같으며 스트리밍 오디오 트래픽은 표 2의 생성 모델 특성을 따라 생성된다.

시뮬레이션에서 UE는 3㎞×100m의 LTE-R 네트워크에서 100~900㎞/h 속도로 직선 이동 중에 표 2에 제시된 트래픽 생성 모델에 따라 스트리밍 오디오를 생성하여 전송한다.

시뮬레이션은 열차 이동속도와 오디오 스트리밍 패킷길이가 네트워크 처리율에 미치는 영향을 중심으로 수행한다.

표 1. 시뮬레이션 파라미터

파라미터	설정값
네트워크 규모	3000 × 100[㎡]
EPC	1
eNB	1
UE	2
이동특성	100~900㎞/h 직선이동
오디오 규격	MPEG 스트리밍 오디오
패킷 크기	20 / 188 바이트

표 2. 스트리밍 오디오 트래픽 생성 모델[5]

프레임	시간(초)	크기(바이트)
PDF	Weibull	Normal
μ	0.1457	2740
σ	0.0933	118.9

본 연구에서 수행한 시뮬레이션 결과로서 네트워크 처리율을 그림 3~5에 제시하였다.

그림 3에서 열차속도별 스트리밍 오디오 전송 처리율은 열차의 속도가 증가할수록 점진적으로 저하됨을 볼 수 있으며, 저하정도는 이동속도 100㎞/h를 기준으로 900㎞/h에서 약 2.9% 정도인 것으로 나타났다. 반면에 패킷길이에 따라서는 매우 큰 차이를 보이는 것으로 나타났다.

그림 4에서 패킷길이별 평균처리율은 20바이트 길이에서 약 1.3Mbps, 188바이트 길이에서는 약 11.8Mbps로 나타나 패킷길이별로 약 10배의 차이를 보였다.

그림 5에서 상대처리율은 그림 3의 처리율을 패킷길이로 정규화한 상대적 처리율을 의미한다. 패킷길이에 따라 약 40%의 처리율 변화가 있음을 관찰할 수 있다.

그림 3~5의 시뮬레이션 결과에 의하면 LTE-R네트워크에서 스트리밍 오디오의 전송 성능을 UE 이동속도에 따라서는 약 3%의 비교적 낮은 처리율 변화 보였으나, 패킷 길이에 따라서는 약 10배의 큰 처리율 변화를 보이는 것으로 나타났다.

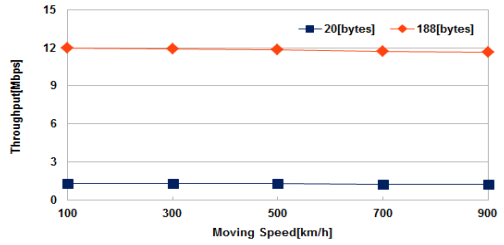

그림 3. 처리율

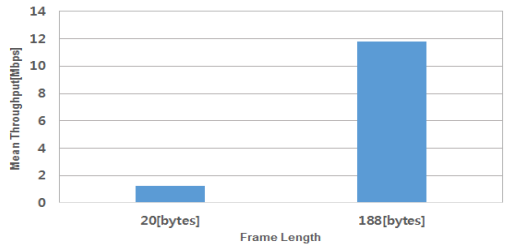

그림 4. 평균 처리율

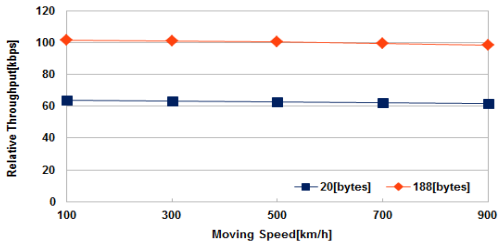

그림 5. 상대 처리율

Ⅳ. 결 론

본 연구에서는 NS-3를 기반으로 한 컴퓨터 시뮬레이션을 사용하여 LTE-R 네트워크에서 스트리밍 오디오의 전송성능을 분석하였다.

시뮬레이션 결과에 의하면 LTE-R 네트워크에서 스트리밍 오디오의 전송성능의 하나로서 처리율은 열차의 이동속도에 따라서는 약 3%의 변화를 보였으나 패킷길이에 따라서는 약 10배의 차이를 보이는 것으로 나타났다.

따라서 LTE-R 네트워크에서 스트리밍 오디오의 사용을 위해서는 사용될 음성 서비스 용도에 적합한 패킷의 크기를 설정하는 것이 네트워크 처리율 관리를 위하여 요구되어진다.

본 연구의 분석에서 사용된 시뮬레이션은 단순 네트워크 처리율 관점에서 스트리밍 오디오의 성능을 분석한 것으로 처리율 이외의 패킷손실율, MOS(Mean Opinion Score), 지연 등의 파라미터를 종합하여 분석할 경우 본 연구 결과와 차이가 발생되어질수 있다.

본 연구의 결과는 LTE-R 네트워크에서 오디오 서비스 및 기타 응용 서비스 구축, LTE-R 네트워크 개발 및 구축 등에 활용할수 있을 것으로 생각된다.

References

[1] W. Cho, “Comparison Study of Interoperability of Railway Wireless Communication Networks,” *The Journal of The Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol 11, no. 8, pp. 729-734, Aug. 2016.

[2] Y. Kim, “Trends of Mobile Communication Technologies for Electric Railway System,” In *Proc. of ICFICE2016*, vol 8, no. 1, pp. 359~362, Jun. 2016.

[3] Y. Kim. “Transmission Performance of Application Traffics on High Speed Railway Communications”, *The Journal of the Korean Institute of Electronic Communications Science*, Vol. 12, No. 3, pp.771~776, Oct. 2017.

[4] NS-3 : https://www.nsnam.org/

[5] W. Campo-Munoz, E. Astaiza-Hoyos, L. Munoz-Sanabria, "Traffic Modelling of video-on-demand service through NS-3," J. of DYNA, Vol. 84, No. 202, Sept., 2017. pp.55-64.